Aus der konservierenden Abteilung (Vorstand Prof. Dr. J. Münch)
des zahnärztlichen Institutes (Direktor Prof. Dr. P. Wustrow)
der Universität Würzburg.

Beitrag zur vergleichenden Histologie des Zahnschmelzes von Macropus browni

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen medizinischen Fakultät
der
Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur Erlangung der
Doktorwürde der Zahnheilkunde
vorgelegt von

Alex. Krueger, Zahnarzt
aus Usch-Neudorf.

Würzburg 1932

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0009

Referent:
Prof. Dr. Josef Münch.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet.

Macropus browni oder auch dunkles Wallaby genannt gehört zu den Säugetieren und hier zur Unterklasse der Marsupialia oder Beuteltiere. Es ist wohl das kleinste lebende Känguruh überhaupt. Sein Kopf und Rumpf messen zusammen nur 54 Zentimeter. Als Bewohner Neu-Guineas und des Bismarckarchipels ist es noch niemals lebend zu uns gekommen.

Die Zähne der Beuteltiere erinnern zwar im ganzen an diejenigen anderer Säugetiere, verhalten sich jedoch in einigen Punkten abweichend. Backenzähne finden sich bis zu 7 in jeder Kieferhälfte (nur eine einzelne Form mit rückgebildeten Zähnen hat eine größere Anzahl), die Anzahl der Frontzähne steigt bis auf 5 oben und 4 unten in jeder Kieferhälfte. Bemerkenswert ist, daß sich vor den funktionierenden Zähnen eine Reihe nie zur Ausbildung kommender Zahnanlagen findet. Die herrschende Ansicht erklärt diese rudimentäre Reihe für Reste einer prälaktealen Reihe, die funktionierenden Zähne für die erste Dentition. Eine zweite Auffassung hält dagegen die prälakteale Reihe für das rudimentär gewordene Milchgebiß, die funktionierende für die zweite Dentition. Eine Ausnahme bildet bei allen Marsupialiern nur der dritte Backenzahn, der einen Vorgänger hat. Soweit man weiß, ist dies überhaupt der einzige Milchzahn, der bei diesen Tieren auftritt. Die Form der Zähne, besonders der Backenzähne variiert, der sehr verschiedenartigen Lebensweise entsprechend, in hohem Grade. Ein wichtiges Merkmal für die Beutler ist schließlich der Winkel des Unterkiefers, der fast stets hakenartig nach innen eingebogen ist.

Im histologischen Aufbau der Zähne der Marsupialia finden sich für diese charakteristische, immer wiederkehrende Erscheinungen. Bevor ich jedoch hierauf näher eingehe, halte ich es für zweckmäßig, zunächst die jetzt herrschende Ansicht über die Histologie des Schmelzes der menschlichen Zähne kurz zu schildern und zwar nur soweit, wie sie für unsere Betrachtungen erforderlich ist.

Der Zahnschmelz ist wohl das härteste Gewebe des menschlichen Organismus. Seine Härte schwankt zwischen der des Apatits und jener des Quarzes und entspricht dem Härtegrade 7 der Mohsschen Härteskala. In der Hauptsache besteht er aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk. Außerdem sind noch geringe

Mengen von Fluorcalcium und phosphorsaurer Magnesia nachweisbar. Bei durchgebrochenen Zähnen ist seine Oberfläche von dem Schmelzoberhäutchen oder der Nasmyth'schen Membran bedeckt. Sie besteht aus einer hornartigen Substanz. Seiner Struktur nach zeigt das Schmelzgewebe dicht gedrängte Züge aus prismatischen Säulen von polygonalem Querschnitt, welche senkrecht zur Zahnbeinoberfläche von der Peripherie bis zur Dentingrenze verlaufen. Der Durchschnitt der Prismen beträgt 3—5 u. Ueber den feineren Bau der Prismen, insbesondere über das Vorkommen einer Kittsubstanz zwischen den Elementarteilen des Schmelzes sind die Meinungen der Autoren auseinandergehend. Kölliker, Waldeyer, Hertz und Hannover sind der Ansicht, daß sich die Prismen ohne nachweisbare Zwischensubstanz berühren. John und Charles Tomes erwähnen sie in ihren ausführlichen Arbeiten überhaupt nicht. Sudduk und besonders Walkhoff suchen zu beweisen, daß die Kittsubstanz als solche überhaupt nicht vorhanden ist, ganz im Gegensatz zu v. Ebner, der in seiner Monographie: „Strittige Fragen über den Bau des Zahnschmelzes" an geeigneten Präparaten ihr Vorhandensein darzustellen sucht. Walkhoff versuchte an Hand eingehender Untersuchungen bei 2400fachen Vergrößerungen mit möglichst kurzwelligem Licht zu zeigen, daß die Darstellung einer Kittsubstanz mehr oder weniger Kunstprodukte sind, die durch ungeeignete Schnittführungen infolge der oft komplizierten Lage der Prismen, die selten in einer Ebene liegen, durch die Tiefenzeichnung der Mikroskope und auch durch ungeeignete Behandlung mit Säuren vorgetäuscht werden. Seine Untersuchungen ergaben, daß die Schmelzprismen selbst aus zwei optisch deutlich voneinander unterscheidbaren Teilen bestehen. Der zentrale ist kornlos und scheint dunkler gefärbt als die weißlicherscheinende periphere Schicht, die Walkhoff als Kortikalschicht des Primas bezeichnet. Er glaubt annehmen zu müssen, daß die periphere Schicht von vornherein zwar viel weniger Kalksalze, dafür aber um so mehr organische, dichter gefügte Substanz als der Körper des Prismas enthält. Diese Walkhoff'sche Theorie wird neuerdings auch von Williams bekämpft und bewiesen, daß die doppelte Kontur, die in Längsschliffen sichtbar ist, eine optische Wirkung ist. Williams hält auch streng daran fest, daß sich zwischen den Prismen nur verkalkte Substanz vorfinden könne und die Existenz organischer Masse in größerer Menge ganz ausgeschlossen sei. In bezug auf die Kittsubstanz wird die neueste und heute vorherrschende Ansicht durch Münch vertreten, nach der die einzelnen Prismen durch eine verkalkte Kitt- oder Zwischensubstanz zusammengehalten werden.

Auch die Schmelzdentingrenze und im besonderen ihre Genese ist der Gegenstand von Meinungsverschiedenheiten der Autoren gewesen. Die Grenze zwischen Schmelz und Dentin verläuft vielfach nicht in gerader Linie. Im Dentin sind bei vielen Säugetieren lakunäre, gegen den Schmelz zu offene bogenförmige Einbuchtungen erkennbar. Die heute geltende Theorie besagt nun, daß die Ameloblasten das schon gebildete Zahnbein zur Resorbtion bringen. Walkhoff dagegen ist der Ansicht, daß schon bei der ersten Anlagerung des Schmelzes bogenförmige Drucklinien im bereits fertigen Dentin auftreten als erstes Zeichen für die bald darauf beginnende Resorbtion. Ich werde weiter unten noch darauf zurückkommen.

Zu den heute umstrittensten Fragen in der Zahnhistologie gehört aber die, ob im Schmelz Lebensvorgänge stattfinden oder ob er anorganisches Gewebe ohne organische Leitungsbahnen ist. Erwähnen möchte ich noch, daß eng zusammen mit dieser Frage die der Kariesausheilung in Form einer Remineralisation des Schmelzes hängt. Mit der ersten Frage hat sich besonders Münch eingehend beschäftigt und an Hand vieler Präparate nachgewiesen, daß im Schmelz einiger Säugetiere Leitungsbahnen vorhanden sind, die unbedingt für eine Vitalität des Schmelzes sprechen. Ich will zunächst die Ansicht der Autoren darüber wiedergeben, um dann an Hand eigener Präparate von Makropus browni, bei welcher Species diese Erscheinungen besonders deutlich sind, meine Beobachtungen zu schildern.

Schon John Tomes wies nach, daß die Kanälchen im Schmelz und im Zahnbein identische Gebilde sind, und auch v. Ebner konstatierte den Zusammenhang derselben. Beide Autoren sahen an der Schmelzdentingrenze Anschwellungen der Röhrchen, aber der eigentliche Verlauf der Kanälchen im Schmelz ist von ihnen weniger berücksichtigt worden. Diese Autoren stimmen darüber ein, daß Schmelz- und Zahnbeinkanälchen unabhängig voneinander entstehen. v. Ebner vermutet, daß in den Fällen, in welchen Uebergänge von Zahnbeinkanälchen in Schmelzkanälchen vorkommen, der Schmelzbildung eine Resorbtion des primär gebildeten Zahnbeins vorausgeht, bis die Kanälchen eröffnet sind, und daß dann erst die Schmelzbildung beginnt, wobei die sich entwickelnden Schmelzkanäle im Anschluß an die eröffneten Zahnbeinkanälchen entstehen. Häufiger noch läßt sich ein Eindringen der Dentinkanälchen in den Schmelz in Gestalt kolbenförmiger Fortsätze in der Gegend der Kronen- und Schneidespitzen der Zähne beobachten. Diese Tatsachen weisen eindeutig darauf hin, daß im Zahn-

schmelz, genau so wie im Dentin, wenigstens in seinem zentralen Teil, Stoffwechselvorgänge statthaben können. Uns interessieren vor allem die eigentlichen Schmelzkanäle und diese insbesondere bei den Beutlern. Bei der Untersuchung einer größeren Anzahl von Zahnschliffen der Beuteltiere hat Walkhoff gefunden, daß der Schmelz im Gegensatz zu demjenigen anderer Tiere eine ungeheure Anzahl von Kanälchen aufweist. Dieselben reichen in einzelnen Fällen, besonders bei den größeren Känguruharten, bis an die äußere Schmelzgrenze. An Hand von mikrophotographischen Aufnahmen zeigt der Autor, daß die Kanälchen die direkte Fortsetzung der Dentinkanälchen sind. Die Zahnbeinkanälchen ziehen nahezu gradlinig in den Schmelz hinein und erscheinen auch an der Uebergangsstelle nicht abgeknickt. An guten Längsschliffen konnte er sich überzeugen, daß die Kanälchen nicht an den Verlauf der Prismen gebunden sind, sondern auch ein Uebertreten derselben über mehrere Prismen stattfindet. Auch Umbiegungen der Kanälchen mitten im Schmelzgewebe, welche plötzlich rechtwinklig abbrechen und dann noch über eine ganze Anzahl von Schmelzprismen parallel zur Schmelzdentingrenze laufen, konnte er finden. Aus dieser zufälligen Lage, die an keine Regeln gebunden scheint, schloß Walkhoff, daß auch die Schmelzkanälchen der Beuteltiere weder eine Bedeutung für die Entwicklung des Schmelzes, noch eine solche für die Ernährung des fertigen Gewebes haben können. Münch beschreibt in einer Arbeit über die Vitalität des Schmelzes die histologischen Eigenarten der Beuteltierzähne eingehend. Ich will hier seinen Worten folgen:

„Schon bei Betrachtung mit schwacher Vergrößerung zeigt der transparente Schmelz der Beuteltierzähne ein deutliches Kanalsystem, das von der Dentinschmelzgrenze bis an die Peripherie des Schmelzes verläuft. Es hat den Anschein, als gingen die Zahnbeinkanälchen kontinuierlich, häufig jedoch mit bogenförmigen Abknickungen in den Schmelz über. Die von einzelnen Autoren beschriebene Verdickung der Kanäle an der Schmelzdentingrenze ist sicher nur auf eine tangentiale Schnittführung zurückzuführen. Die Kanälchen erscheinen im Gegenteil häufig in der Gegend der Schmelzperipherie in ihrem Durchmesser breiter und mächtiger. Eine besonders starke Verzweigung und Fiederung der Kanäle an der Schmelzdentingrenze ist ebenfalls nicht vorhanden. Eine spezifische Prismenstruktur tritt nicht so sehr zutage, wie z. B. bei der Katze oder Mensch. Normalerweise richtet sich der Verlauf der Kanäle aber nach der Struktur des Schmelzes. Bei Betrachtung der Schliffe in

starker Vergrößerung kann man aber deutlich sehen, daß die Schmelzkanäle oft in vielen Windungen gegen die Peripherie hinziehen. Jedoch ist eine starke seitliche Abbiegung derselben über eine größere Fläche hinweg ebenfalls gelegentlich zu beobachten, ebenso größere und kleine Gabelungen und Verzweigungen nach der Seite, gelegentlich auch in rückläufigem Sinne. Eine biologisch-physiologische Bedeutung im Sinne der Stoffwechseltheorie steht

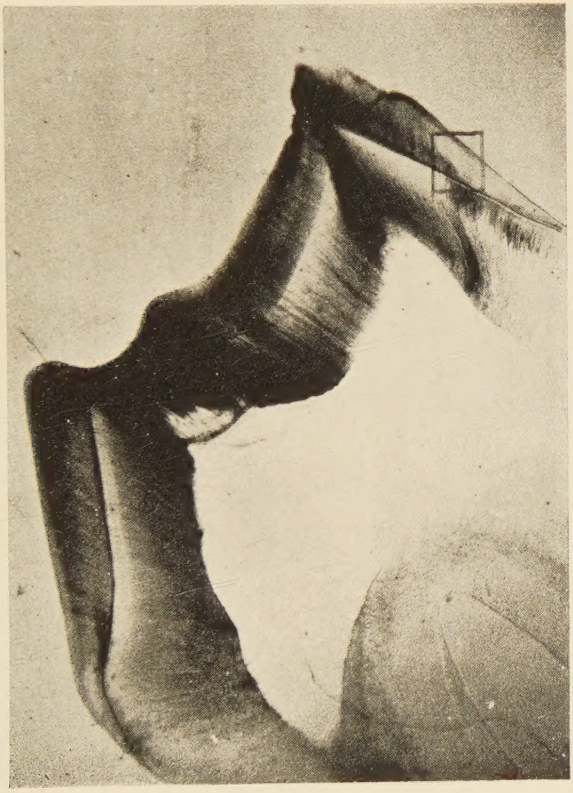

Abb. 1.

diesen Schmelzkanälen zweifellos zu. Der Uebergang an der Schmelzdentingrenze verläuft ohne jegliche Störung, Resorbtionserscheinungen, kolbenförmige Fortsätze usw. fehlen völlig."

Die Mikrophotographien, die ich von ungefärbten Zahnschliffen gewann, bestätigen im allgemeinen die Beobachtungen Münchs. Abbildung 1 ist eine Uebersichtsaufnahme von einem Längsschliff eines oberen Molaren in bucco-palatinaler Richtung. Schon bei dieser schwachen Vergrößerung kann man besonders in den seit-

lichen Schmelzpartien ein ganzes Flechtwerk von Schmelzkanälchen erkennen. Bemerkenswert ist aber, daß alle Kanälchen an der gradlinig verlaufenden Schmelzdentingrenze aufhören. Eine hell erscheinende Zone, die nach dem Schmelz zu dunkel konturiert ist, scheidet deutlich die beiden Gewebe voneinander. An zwei Stellen wird die Grenze durch eine dunkle Pimentierung infolge eines beginnenden kariösen Prozesses unterbrochen. Es scheint hier, als ob

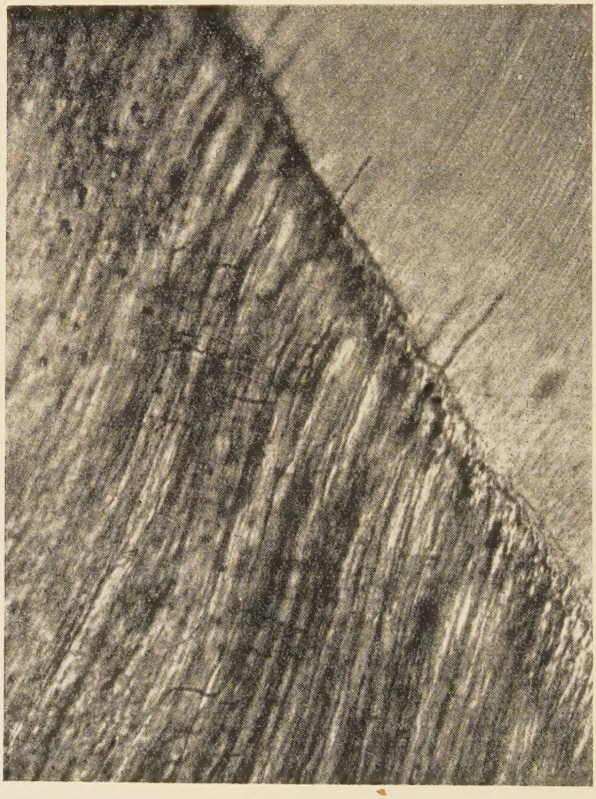

Abb. 2.

der Karies durch eine Kommunikation der Schmelz- und Dentinkanälchen Vorschub geleistet wird. Doch lassen sich auch mit der stärksten Vergrößerung diese Stellen nicht auflösen und mit Sicherheit Verbindungen nicht feststellen. Ueberhaupt sind Uebergänge von Dentinkanälchen in Schmelzkanälchen an keinem meiner Präparate einwandfrei zu zeigen. Eine strenge Linie scheidet überall Schmelz und Dentin und nur an einigen wenigen Stellen sind kurze, plötzlich endende Kanäle zu erkennen, die vom Schmelz herkommend ein kurzes Stück ins Dentin ziehen. In Abbildung 2 haben

wir eine stärkere Vergrößerung von der im Uebersichtsbild begrenzten Stelle. Hier treten die Schmelzkanälchen deutlich in Erscheinung. Der Richtung der Schmelzstruktur folgend ziehen eine Menge von Kanälchen von der Schmelzdentingrenze zur Peripherie. Wie mit zitternder Hand gezogene Striche laufen sie nebeneinander. Oft werden fast rechtwinklig mehrere Prismen überkreuzt. Es scheint so, als ob es Verzweigungen oder Verbindungen mit anderen

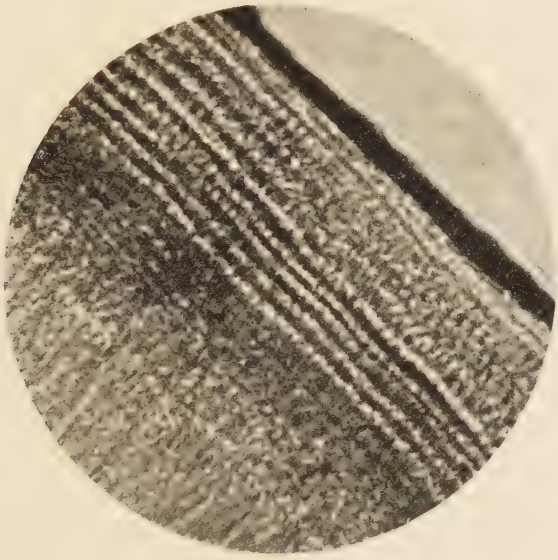

Abb. 3.

Kanälchen sind, die dann wieder in der ursprünglichen Richtung weiterziehen. Im Kronenteil durchqueren sie den Schmelz bis zur Peripherie. In der Gegend des Zahnhalses dagegen werden sie immer spärlicher und kürzer, erreichen schließlich nicht mehr den Schmelzrand, um dann an der Stelle, wo der Schmelz spitzwinklig ausläuft, ganz aufzuhören. Hier an dieser Stelle sind dann im Schmelz deutlich ausgeprägte Querstreifungen zu erkennen. Abbildung 3 zeigt eine Aufnahme eines Querschliffes in der Gegend des Zahnhalses. Obwohl das Präparat nicht mit einer Säure behandelt wurde, ist die Querstreifung sehr ausgeprägt. In parallelen Streifen zeichnet eine Schicht gegen die andere ab, und in der Uebersicht des Präparates kann man feststellen, daß sich diese Streifen in konzentrischen Kreisen anordnen.

Kurz zusammenfassend sind die Charakteristika des Schmelzes von Makropus browni nach meinen Untersuchungen folgende: Die

einzelnen Schmelzprismen sind schwer erkennbar. Schmelzkanälchen sind in allen Teilen des Schmelzes reichlich nachweisbar, ganz spärlich vorhanden sind sie allerdings in seinen cervikalen Abschnitten. Sie durchsetzen die ganze Breite des Schmelzes, wiederum mit Ausnahme seiner cervikalen Teile, wo sie ungefähr nur zwei Drittel seiner Breite durchziehen. Abknickungen der Kanälchen und Ueberspringen mehrerer Prismen gehören zur Regel. Nirgendwo konnte ich jedoch eine rückläufige Richtung beobachten. Eine Kommunikation der Schmelz- und Dentinkanälchen ist nicht zu erkennen, wohl aber hie und da ein kurzer Ausläufer eines Schmelzkanälchens ins Zahnbein. Die Grenzlinie zwischen beiden Geweben verläuft gradlinig. Einzelne Schmelzkanälchen erscheinen an der Schmelzdentingrenze etwas erweitert. Ich nehme jedoch an, daß sich die Kanälchen hier etwas abkrümmen und dann durch eine unvermeidliche tangentiale Schliffführung eine Vergrößerung ihres Lumens vorgetäuscht wird.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich es nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. Münch für die freundliche Ueberlassung des Themas und die liebenswürdige Unterstützung bei der Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich mich zu vorliegender Arbeit keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

A. Krueger.

Literaturverzeichnis.

Boas, J. E. V. Lehrbuch der Zoologie. 1922. 9. Aufl.

Brehm, Tierleben. 1920. 4. Aufl.

Hertwig, Richard. Lehrbuch der Zoologie. 1903. 6. Aufl.

Münch, J. Beitrag zur Frage der Vitalität des Schmelzes. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde. Jahrg. 1929. H. 4.

Münch, J. Klinik der konservierenden Zahnbehandlung. 1932.

Walkhoff, O. Die normale Histologie menschlicher Zähne. 1901.

Lebenslauf.

Am 9. März 1907 wurde ich als Sohn des Volksschullehrers Andreas Krueger in Usch-Neudorf, Kreis Kolmar, in der ehemalig deutschen Provinz Posen geboren. Mit elf Jahren trat ich in das Gymnasium zu Rogasen ein. Nach einjährigem Besuch mußte ich es aber wieder verlassen, da es nach der Abtretung Posens an Polen in ein polnisches Gymnasium umgewandelt wurde. Ich bezog dann das Gymnasium zu Schneidemühl, wiederum nur für ein Jahr. Mit der Versetzung meines Vaters nach Striegau in Schlesien trat ich in das dortige Realgymnasium ein. Zu Ostern 1928 legte ich hier die Reifeprüfung ab und immatrikulierte mich im Sommersemester des gleichen Jahres an der Universität Würzburg. Hier verbrachte ich mein ganzes Studium. Im August 1929 bestand ich mein Physikum und im November 1931 mein Staatsexamen.

Druck: Buchdruckerei und Verlagsanstalt G. m. b. H. in Striegau i. Schles.